

Klärung des Informationsbegriffs.

Ein interdisziplinärer Versuch

Die Wirklichkeit scheint primär der analogen Inkarnation und dynamischen Realisierung von Formen resp. von Information durch Umwandlungs- und Trans-Formationsprozesse zu dienen. Was wir sehen, fühlen, mit den Sinnen wahrnehmen, ist formierte Energie, d.h. in Formen gebundene Energie¹. So kann die Wirklichkeit „bottom up“ als kreative und autopoetische Etablierung immer neuer Formen oder „top down“ als Manifestation komplexer Interaktions-Systeme beschrieben werden². Physikalische und trans-physikalische (biologische, soziale, zwischenmenschliche) Wechselwirkungen vermitteln durch systembezogenen Informationstransfer sich spontan einstellende und nicht linear ableitbare Synergien. Wechselwirkungen sind somit holistisch wirkenden Systemen durch sinnvolle Organisation von Information „an-gemessen“.

Wer Wirklichkeit verstehen will, könnte daher an einem vertieften Verständnis der Information ansetzen. *Quantentheorie* ist eine Informationstheorie (v. Weizsäcker, Heisenberg)³; *Relativitätstheorie* (Einstein) kann indirekt als Informationstheorie verstanden werden⁴; die Thermodynamik (Boltzmann) prägt den Zeitpfeil sowie den Begriff der Entropie⁵; die klassische *Informationstheorie* (Zuse, Turing, Shannon) hat ihren Ursprung in der technologischen Informationsverarbeitung und beschreibt die Umwandlung eines Bits in ein anderes Bit durch eine Turing-Maschine⁶; die *Theorie nichtlinearer Systeme* (Chaostheorie) wiederum legt den Akzent auf nicht determinierte Emergenz neuer Formen⁷; die *Evolutionstheorie* (Spencer, Darwin) begreift Informationsgewinn durch Mutation, Rekombination und Selektion.⁸

Nun scheint die naturphilosophische *Systemtheorie* die Meta-Theorie zu sein: a) zur klassischen Informationstheorie (Kybernetik / Wiener)⁹, b) zur Chaos-Theorie (Mandelbrot)¹⁰, c) zu einer universalen Evolutionstheorie, und d) zur Synergetik (Haken)¹¹. Inwiefern sie auch auf die anderen genannten Theorien anwendbar ist, soll hier grundsätzlich skizziert werden.

Thesenhaft kann formuliert werden: *unterschiedliche* Informationsbegriffe kulminieren in einem *umfassenden* Verständnis der Wirklichkeit von ihrer „formalen“ Konstitution her. Dazu könnten die unterschiedlichen Definitionen von Information auf Basis genannter Theorien unterschiedlicher Provenienz zu *einer* Meta-Theorie zusammengefasst werden. Sie orientiert sich zumindest an ihrer Widerspruchsfreiheit

¹ Der Ursprung der Masse scheint ein *Resonanzphänomen* zu sein: Gluonen – nach dem Standardmodell die Wechselwirkungsteilchen der starken Kernkraft – sollen 90% der Masse, und Quarks – also den Bausteinen der Hadronen – 10 % der Masse „ausmachen“. Gluonen können als energetische Resonanz gefasst werden. Resonanzen speichern nach Norbert WIENER, dem Vater der Kybernetik *Energie und Information*.

² Vgl. Koncsik, Imre: *Synergetische Systemtheorie*, Berlin 2011

³ Hier sei auf einfache Einführungsliteratur verwiesen, die ein ausreichendes Grundverständnis ermöglicht: Kiefer, Claus: *Quantentheorie. Eine Einführung*, Frankfurt a.M. 2011. Popper spricht daher auch von „Informationsdynamik“ als Kennzeichen der Quantenphysik: K. Popper: *Quantum Mechanics Without "The Observer"*, in M. Bunge (Hg.): *Quantum Theory and Reality*, Berlin u.a. 1967, 7–44

⁴ Stannard, Russel: *Relativitätstheorien* (übers. von Jürgen Schröder), Stuttgart 2010

⁵ Stierstadt, Klaus: *Thermodynamik. Von der Mikrophysik zur Makrophysik*, Heidelberg u.a. 2010; Ebeling, Werner u.a.: *Entropie und Information*, Frankfurt a.M. u.a. 1990

⁶ Ideal als Einstiegsliteratur: *Spektrum der Wissenschaft: Ist das Universum ein Computer?* Spezial 3/07, Heidelberg 2007. Konkret wichtig: Zuse, Konrad: *Rechnender Raum*, Braunschweig 1969; ders.: *Der Computer. Mein Lebenswerk*, Berlin 1993. – Zu Claude Shannon siehe: *Mathematische Grundlagen der Informationstheorie*, München u.a. 1976 (man lese dazu die Sekundärliteratur von Dittmann, Frank: Claude E. Shannon – Begründer der Informationstheorie, in: *Technik in Bayern* 12 (3/2008) 35ff)

⁷ Gribbin, John: *Deep simplicity. Chaos, complexity and the emergence of life*, London u.a. 2004; Schuster, Heinz Georg: *Deterministic chaos. An introduction*, Weinheim 2005

⁸ Graf, Dittmar; Antweiler, Christoph (Hgg.): *Evolutionstheorie – Akzeptanz und Vermittlung im europäischen Vergleich*, Berlin 2011. Siehe zum Dialog mit der Theologie aktuell: Schmidt, Konrad (Hg.): *Was ist der Mensch. Evolutionstheorie und Schöpfungsglauben*, Paderborn 2010

⁹ Friesinger, Günther: *Geist in der Maschine. Medien, Prozesse und Räume der Kybernetik*, Wien u.a. 2010; Schmidt-Brücken, Katharina: *Hirnzirkel: Kreisende Prozesse in Computer und Gehirn. Zur neurokybernetischen Vorgeschichte der Informatik*, Bielefeld 2012

¹⁰ Mandelbrot, Benoit: *Fraktale. Die verborgene Dimension*, Grünwald 2008 (DVD); ders.: *Die fraktale Geometrie der Natur*, Basel u.a. 1991; Max-Planck-Institut für Physik: *Räumliche Fraktale. Aufstieg der Mandelbrot-Menge in die dritte Dimension*, Heidelberg u.a. 2010

¹¹ Haken, Hermann: *Synergetics. introduction and advanced topics*, Berlin u.a. 2004

auf einer *naturphilosophischen* Ebene; auch schafft sie klarere Ansatzmöglichkeiten *theologischer* Ausdeutung, was am Beispiel des Wirkens Gottes kurz beschrieben wird. Ein gewisses Vorverständnis genannter Theorien wird vorausgesetzt; ein Verweis auf einführende Literatur sei an dieser Stelle ausreichend.

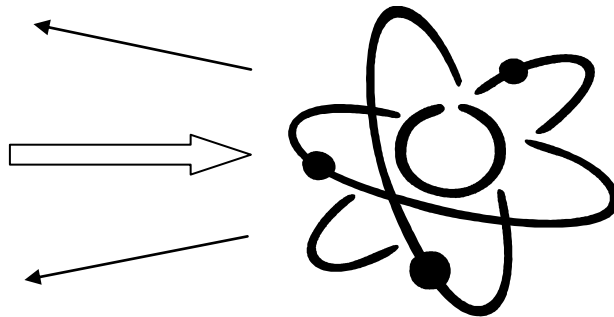
Overview

Worum geht es überhaupt in einer systemischen Informationstheorie? Grob gesagt um die Antwort auf die Frage, wie sich ein *System von Synergien* überhaupt manifestieren und etablieren kann. Was begrenzt die Möglichkeiten der Selbstorganisation, so dass ein sinnvolles System sich verwirklichen kann? Ingenieure und Programmierer fürchten bekanntlich Resonanzen und nicht determinierte resp. nicht berechnete Bewegungen und Abläufe, weil solche „Störungen“ zu „Katastrophen“ und zum „Absturz“ des nun nicht mit Information instruierten Systems führen kann. Wie erfolgt also eine sinnvolle, nicht chaotische und systemgerechte Selektion unter möglichen Wechselwirkungen und Interdependenzen?

Insofern Systembildung ein universales Phänomen darstellt, betrifft sie nicht nur mesoskopische und makroskopische, sondern auch mikroskopische und subatomare Systeme. Dann jedoch sollte dieselbe Beschreibung eines Systems auf allen Realitätsebenen zutreffend sein, d.h. die Quantentheorie und die Theorie nichtlinearer Systeme sollten „irgendwie“ *vereinigt* werden¹². Beide beschreiben die Wirklichkeit anhand ihrer *Möglichkeit*; beide setzen „holistisch“ an und setzen ganzheitliche Systemzustände voraus; bei beiden ereignet sich eine nicht-lineare *Selektion* (Dekohärenz eines Quantenzustands in der Quantentheorie, Emergenz in der Systemtheorie)¹³. Und, was naturphilosophische Konsequenzen nach sich zieht: beide Theorien setzen eine (unvermischte *und* ungetrennte) *Einheit* von Wirklichkeit *und* Möglichkeit, klassischer *und* imaginärer Realität voraus.

Die **Quantentheorie** beschreibt Systemzustände durch einen n-dimensionalen Zustandsraum (Zustandsvektor) bzw. durch eine komplexzahlige *Wellenfunktion* als produkthafte Überlagerung zweier Zustände 0 und 1, die eine lineare Superposition bilden: $a |0\rangle + b |1\rangle$, wobei a und b komplexe Zahlen sind (sie geben die sog. Wahrscheinlichkeitsamplitude an) und die Bedingung $a^2 + b^2 = 1$ (Wahrscheinlichkeit) erfüllen müssen.

BILD: Beschreibung eines Mikrosystems durch seine Wellenfunktion im Zustandsraum



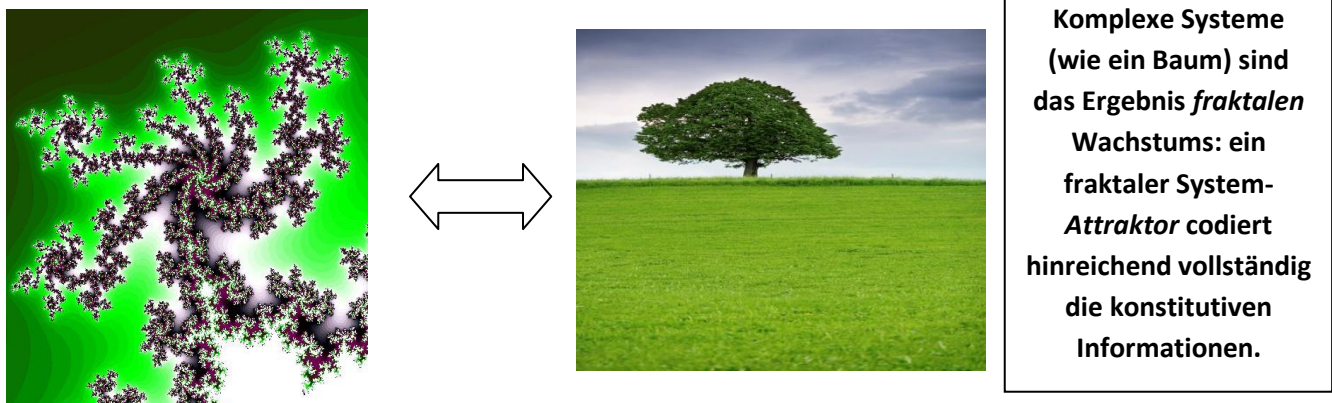
Aktpotentielle Zustände realer Systeme können durch eine **Wellenfunktion** beschrieben werden. Umgekehrt beeinflusst ein reales System seinen aktpotentiellen Zustand (Dekohärenz, Messung).

¹² So bereits Krüger, Franz K.: Physik und Evolution. Physikalische Ansätze zu einer Einheit der Naturwissenschaften auf evolutiver Grundlage, Berlin u.a. 1984

¹³ Vgl. Koncsik, Imre: Interdisziplinäre Studien. Theologie, Philosophie, Wirtschafts- und Naturwissenschaften, Saarbrücken 2012

Die physikalische **Systemtheorie** wiederum beschreibt Systemzustände durch einen *Attraktor* im n-dimensionalen Zustandsraum, der bei komplexen Systemen zum Fraktal wird, das durch eine selbstbezügliche Funktion erzeugt wird: $f(\mathbf{x}) \rightarrow \mathbf{x}^2 + \mathbf{C}$, wobei C erneut eine komplexe Zahl ist. Ein visualisierbares Fraktal wird durch eine interessante Eigenschaft ausgezeichnet: es symbolisiert aufgrund der *iterativen* und selbstähnlichen Struktur eine relative Unendlichkeit und Grenzenlosigkeit. Nach einer bestimmten Anzahl von Vergrößerungsschritten, in denen eine vermeintliche Grenze etwa zwischen schwarz und weiß heran gezoomt wird, kehrt dasselbe Muster wieder – und so ad infinitum. Es gibt keine klare, scharfe Grenze: das durch ein Fraktal beschriebene System verhält sich nicht-linear und grundsätzlich indeterminiert, da es durch fraktale Grenzverläufe beschrieben wird. Jedes natürliche System gehorcht einem fraktalen Attraktor (nicht nur komplexe Systeme).

BILD: Beschreibung eines Makrosystems durch ein Fraktal im Zustandsraum



Beide Beschreibungen der Wirklichkeit von subatomaren und makroskopischen Systemen können von der **Informationstheorie** (IT-Technologie) durch Rechenalgorithmen *simuliert* werden. Reale Wechselwirkungen werden also durch „Rechnen“ simuliert, indem lediglich der *Übergang* bzw. Transition von einem Systemzustand in den anderen klar und deterministisch durch logische Operatoren beschrieben wird. Auf dieser basalen „Maschinensprache-Ebene“ gibt es keine nicht-lineare Transformation, keine Analogie zwischen dem Zustand „vorher“ und „danach“, sondern lediglich das *Umrechnen* von einem Bit in ein anderes Bit nach einer Rechenvorschrift gemäß der TURING-Maschine¹⁴.

Programme fungieren als basale Anweisungen für die Gestaltung solcher Zustands-Übergänge und simulieren mit einer bemerkenswerten Genauigkeit reale Zustands-Übergänge. Konrad ZUSE – der Erfinder des Computers – war daher überzeugt, dass solche Entsprechung zwischen physikalischer und informationstheoretischer Naturbeschreibung bis zur *Äquivalenz* reicht¹⁵. Sie besitzt dann gravierende Konsequenzen für das Verständnis der Wirklichkeit. Das Universum könnte ein „rechnender Raum“ sein, also ein algorithmisches Programm, das abläuft. Dabei würden sich Programme sogar selbst gestalten können – ähnlich der Idee von den „zellulären Automaten“.¹⁶ Auch in diesem Fall wäre die Wirklichkeit das Resultat aus einer durch das Programm generierten Realität sowie dem Programm selber, das „virtuell“ die Möglichkeiten der Wechselwirkungen definiert bzw. in einer Meta-Sprache beschreibt: die basale

¹⁴ Rich, Elaine: Automata, computability and complexity. Theory and applications, New Jersey 2008. Bes. Interessant ist: Dyson, George: Turing's cathedral. The origins of the digital universe, London 2012

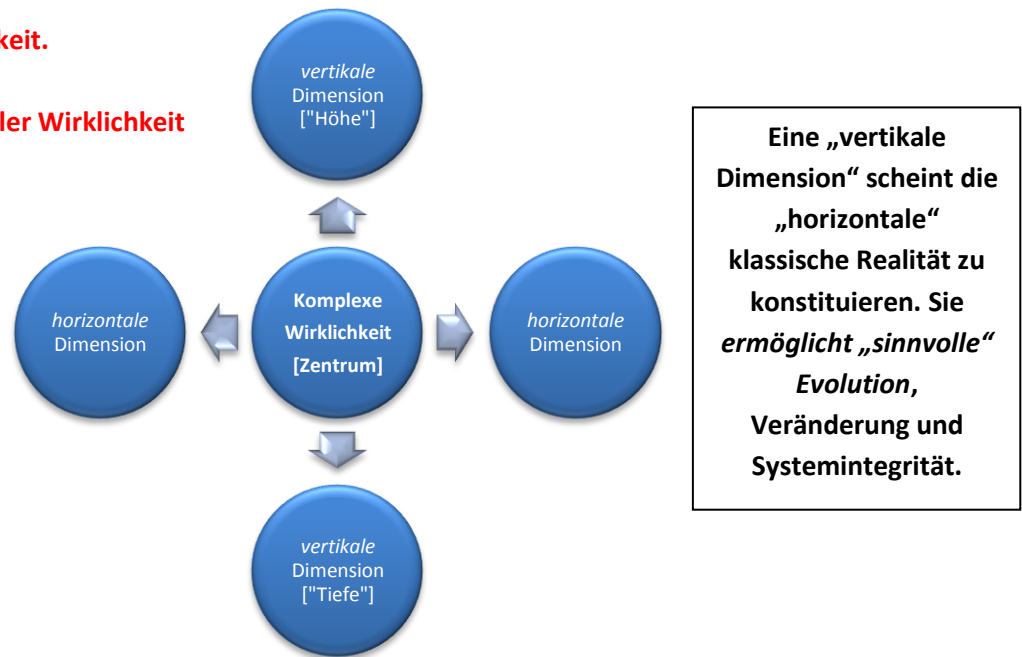
¹⁵ Zuse, Konrad: Rechnender Raum, in: Elektronische Datenverarbeitung, Bd. 8 (1967), 336-345

¹⁶ Das Konzept ist schon >45 Jahre alt: Neumann, John v.: Theory of Self-Reproducing Automata, Illionis 1966

Maschinensprache, deren Gegenstand die Definition von Zustands-Übergängen ist, wird durch *emergente* Programm-Sprachen unter- und umfasst. Sie manifestieren sich u.a. als Netze und kybernetische Netzwerke, so dass damit der Nicht-Linearität der Systeme hinsichtlich ihrer Initiierung, Realisierung und ihres Selbstvollzugs Rechnung getragen wird.¹⁷

Als Ergebnis dieses kursorischen Überblicks kann die Wirklichkeit fundamental (im naturphilosophischen Sinn) *zweidimensional* interpretiert werden: als Einheit einer horizontalen und vertikalen, transzendentalen und kategorialen, klassischen und imaginären Wirklichkeit.¹⁸ Sie scheint als gemeinsame Basis genannter Theorien zu fungieren.

BILD: Komplexe Wirklichkeit.
Dynamische Einheit von
vertikaler und horizontaler Wirklichkeit



Probleme am Beispiel „Raum“

Hinsichtlich der Ausgestaltung der Details ergeben sich freilich bislang ungelöste Probleme, etwa betreffs der Rolle und physikalischen Realität des Raumes: kann er etwa mit einem *Raster* verglichen werden, dessen Rasterung bzw. Quantelung einerseits feste Grundbausteine voraussetzt, andererseits ihre Verkettung, Aneinanderreihung, Proliferation und Transformation *nicht*-linearen Gesetzen gehorcht? Bestehen etwa zwischen Raumquanten *Resonanzen*, die ihrerseits Ausdruck von formalen Grundmustern, selbstbezüglichen *Netzen* und sich selbst (re-)produzierenden kybernetischen Systemen sind? Wirken diese Netze und Systeme wie *Programme*, welche aus der Summe aller denkbaren Entwicklungszustände von „Räumen“ und Raumzeiten diejenigen *selektieren* bzw. *sich selbst* selektieren *lassen*, die am besten der Verwirklichung einer Synergie dienlich sind? Der Raum scheint nur auf einer Skala oberhalb der Planck-Größe von 10^{-33} cm bzw. 10^{-43} sec ein Kontinuum zu sein, tiefer jedoch scheint er selbst gequantelt, „digitalisiert“, limitiert zu sein.¹⁹

Man denke auch an die mit der Frage nach dem „Wesen“ des Raumes verbundene Frage, warum aus ihm *kein Entkommen* möglich zu sein scheint: leben wir in einem goldenen Käfig? Wird ein Objekt Nahe der Lichtgeschwindigkeit c beschleunigt, so erfordert das immer mehr Energie. Und was passiert mit dieser Energie? Sie wird gemäß $E = mc^2$ zwangsweise in *Masse* umgewandelt; kontrahiert sich der Raum, so bindet

¹⁷ Bezogen auf Petri-Netze: Zuse, Konrad: Anwendungen von Petri-Netzen, Braunschweig 1982

¹⁸ Die Terminologie „imaginär“ lehnt sich an Stephen Hawking an (aktuell: Die kürzeste Geschichte der Zeit, Reinbek bei Hamburg 2005), der die durch imaginäre Zahlen beschriebene „Quanten-Realität“ nach eben diesen imaginären Zahlen bezeichnet hat.

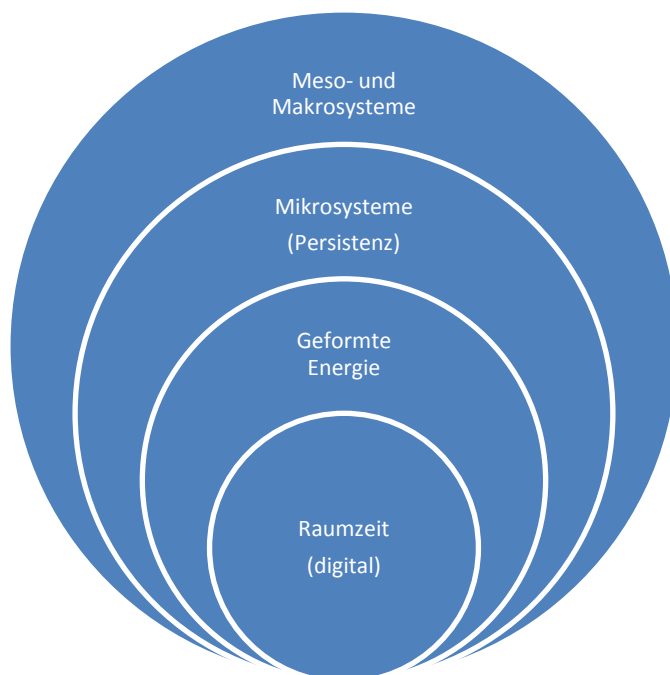
¹⁹ So bereits die Vermutung von Snyder, Hermann S.: Quantized space-time, in: Phys. Rev. 71 (1947), 38–41

und formt er Energie zu Masse. Beim Erreichen von c nun sind aufgrund der Äquivalenz von Masse und Energie beide Größen unendlich – eine *Singularität* tritt ein, wie auch beim Kollaps eines Sternes zu einem Schwarzen Loch. Das verdeutlicht die Grenzen der relativistischen Beschreibung des Raumes.

Doch warum *wächst* der Ereignishorizont eines Schwarzen Lochs ähnlich der Entropie immer mehr an, je mehr Materie in es hineinfällt (Zunahme des *Schwarzschild-Radius*), wenn *zugleich* quantenphysikalisch die Abstände im Raum aufgrund des *Compton-Radius* bei zunehmender Energie immer *kleiner* werden? – Dieses Problem einer *entgegen gesetzten* Entwicklung des Raumes bei hohen Energien und Massen scheint auch nur lösbar zu sein, wenn es *Mindest- und Maximalgrößen* im Universum gibt – also auch hier kein Kontinuum, keine realen Unendlichkeiten, sondern definierte, digitalisierte, quantisierte Größen, aus denen das Universum aufgebaut zu sein scheint!

Das wäre übrigens auch der Grund der relativistischen *Zeitdilatation und Längenkontraktion*: die Existenz eines kleinsten Zeitquantums bzw. Raumquantums konstituiert alle Ereignisse, Wirklichkeiten und Wirkungen „im“ Raum und „in“ der Zeit, was eine grundsätzliche *Begrenzung* der Möglichkeiten der Bewegung „aus“ der Raumzeit heraus bedingt. Das setzt freilich einen zeit- und raumabhängigen Ablauf von Ereignissen voraus: das Raster, auf dem sich alle Wirklichkeit und sämtliche Wechselwirkung abspielt, ist das *digitalisierte Raumraster*.²⁰ Wechselwirkungen bilden das Resultat einer zielgerichteten *Selektion*, eines Designs des Universums, mit dem allgemeinen Ziel der Bildung immer komplexerer *Systeme* durch immer höher schichtigere Synergien i.S. einer „Schichtenstruktur“ der Wirklichkeit²¹ bzw. ihrer zueinander analogen Wirk-Hierarchien. Sie wiederum könnten aus einer *sich selbst ähnlichen* „Aufschichtung“ und analogen (!) Abbildung von Grundmustern der Wirklichkeit resultieren – man denke an die Parallele zwischen Quantentheorie und ihrer algorithmischen Beschreibung²² –, so dass eine jeweils höhere Systemhierarchie eine niedrigere (analog) codiert und umgekehrt.

BILD: Unterschiedliche Systemhierarchien. Analoge Schichtenstruktur der Wirklichkeit



Das Modell konzentrischer Kreise symbolisiert die „vertikal“ ermöglichte *Schichtenstruktur* der Realität. Eine *intrinsische Vor-Struktur* („Programm“) eines Systems „analogisiert“ sich ins Makroskopische. Dabei „verinnerlicht“ es sich aufgrund der Zunahme der vertikalen „Integrations-tiefe“: je *komplexer* ein System, desto tiefer seine „Innenseite“.

²⁰ Das erinnert freilich an das umstrittene Modell vom „digitalen Universum“ (siehe dazu Anm. 14)

²¹ Görnitz, Thomas: Quanten sind anders. Die verborgene Einheit der Welt, Heidelberg u.a. 2006, 219-232

²² Schnakenberg, Jürgen: Algorithmen in der Quantentheorie und statistischen Physik, Ulmen 1995

Essentials

Der Fokus angesichts dieser zunächst hypothetischen Konstitution der Wirklichkeit liegt auf der *Information*. Sie vermittelt und bedingt Formen und umgekehrt: Formen, Muster, Systeme voller komplexer Synergien selektieren zu ihnen *passende* Informationen. So sind bestimmte Informationstransfers erlaubt, andere hingegen bleiben ausgeschlossen: *Selektion* meint kein blindes „trial and error“ – Szenario, sondern „automatisch“ den besten „fit“ an den gegebenen „Input“ an ein System²³. Der beste „fit“ kann auch die *Emergenz* einer holistisch-innovativen Aktion und Reaktion implizieren: die „vertikale“ Symmetrie nimmt durch Brechung von horizontalen Symmetrien zu. Vertikale Symmetrie wiederum bedeutet die Zusammenhaltung eines Systems von einer „inneren“ Perspektive aus, quantifiziert dargestellt durch die Zunahme der Dimensionen des Phasen- bzw. Zustandsraums eines Systems und der Ausdifferenzierung des fraktalen Systemattraktors.

Durch *Evolution* immer höherer Systemhierarchien erfolgt eine immer stärkere *Differenzierung*: immer mehr Symmetrien werden gebrochen. Dadurch wird immer neue Information erzeugt (Informationserzeugung durch Symmetriebrechung). Sie wiederum codiert eine immer „stärkere“ *Einheit* und Integrationstiefe: die Subsysteme werden immer mehr „versklavt“, immer „mächtiger“ verinnerlicht und von einer immer „umfassenderen“ Tiefe her konzentriert bzw. geeinigt.

Hier wird bereits ein *spezifischer Informationsbegriff* sichtbar, den es im Folgenden zu skizzieren gilt. Dazu werden vorher „essentials“, d.h. wichtige Grundbegriffe geklärt. Sie beschreiben den *Rahmen* der Etablierung eines Systems als zentralen Grund und primäres Ziel jeder Wechselwirkung; Information steht im Dienst der Systembildung:

- a) **Selektion:** Selektion hat ein *Subjekt*, das sie vollzieht – naturphilosophisch kann das durch das sog. *Formprinzip* und konkret natürlich durch das System selbst als konkreten Träger der Selektion verstanden werden²⁴. Selektion vollzieht sich an einem *Objekt* resp. einem Substrat: intendiert sind sowohl die imaginäre als auch die klassische Realität, so dass auch eine langfristige und relativ auf die Etablierung eines Systems ausgerichtete bzw. disponierte Auswahl möglich wird. Das Objekt der Selektion sind *aktpotentielle Zustände*, die durch Wellenfunktionen beschrieben werden; sie sind *vor-materiell*.²⁵ Sie sind nicht „sinnlos“ und „zufällig“, sondern dienen der Etablierung eines Systems. Im imaginären Seinsbereich *konkurrieren* also verschiedene Möglichkeiten der Systementwicklung miteinander, bis sich ein *Muster* durch Überlagerung (in Analogie zur quantentheoretischen destruktiven und konstruktiven Interferenz) durchsetzt. Der *Akt* der Selektion, das „Muss“ der Realisierung durch Subsistenz von Energie, die durch Resonanz zu Masse gebunden und von einer Form zusammen gehalten wird, dieser Akt der Selektion vollzieht sich durch sog. *Dekohärenz*. Die ursprüngliche Kohärenz des Quantenzustandes kollabiert (*nicht*-linearer Kollaps der Wellenfunktion nach VON NEUMANN bzw. Reduktion des Zustandsvektors nach PENROSE²⁶). Das konkrete Resultat ist *nicht* determiniert: es wird *neue* Information erzeugt bzw. *eine* Informationsmöglichkeit setzt sich de facto durch. Welche der *gleichwertigen* Dichtematrizen für

²³ Schmid-Schönbein, Holger: Erklärung biologischer „Als-ob-Teleonomie“. Startbedingungen determinieren das Ordnen von Lebensvorgängen, in: Koncsik, I.; Wilhelms, G. (Hgg.): *Jenseits, Evolution, Geist. Schnittstellen zwischen Theologie und Naturwissenschaften*, Frankfurt a.M. 2003, 113-204, hier: 183

²⁴ Koncsik, Imre: Das philosophische Formprinzip in Kosmologie und KI-Forschung, in: *SJPh LVI* (2011), 109-131

²⁵ Am Ursprung der Materie steht also die Form. So bereits Heisenberg, Werner: *Quantentheorie und Philosophie*. Vorlesungen und Aufsätze, Stuttgart 2000

²⁶ Penrose, Roger: *Zyklen der Zeit. Eine neue ungewöhnliche Sicht des Universums* (übers. von Thomas Filk), Heidelberg 2011

den Mischungszustand ohne Superposition ausgewählt wird, ist *unbestimmt*. Ferner setzt der Akt der Selektion als schöpferischer Seinsakt, der Information manifestiert, als sog. quantenphysikalische Kopplungsagenten *Energie und Raum* (Lokalisationsrate) voraus. Der Grund der Dekohärenz als *zutiefst nicht-linearen* Prozess, den die Quantentheorie nicht erfasst, liegt wohl in der *Instabilität* des kohärenten Quantensystems (Dispersion des Wellenpakets), im „räumlich-unterscheidbar-Werden“²⁷ sowie im *Zeitpfeil* (Zunahme der Korrelationen bis zur Dissipation)²⁸. Selektion erfolgt daher durch sinnvolle und systemgerechte Wechselwirkung und Synergie zwecks Verstärkung / Abschwächung resp. Aktivierung / Inaktivierung aktpotentieller Ablaufmuster / Formen.

- b) **Synergie**: das, was einem unbefangenen Betrachter der Wirklichkeit ins Auge fällt, das, was philosophisches Stauen auslösen kann, ist das scheinbare „Wunder“ der Synergie, der *sinnvollen* Interaktionen und *systemgerechten* Wechselwirkungen in der Wirklichkeit, die sich auf ausnahmslos *allen* Seinsebenen ständig ereignet. Daher dient die Etablierung der *optimalen* Synergie von Wechselwirkungen als ultimates Selektionskriterium. Indikator für das zu erreichende Optimum ist das ökonomische Prinzip der *Energieminimierung*, der *räumlichen* (Entstehung von Masse als konzentrierte Energie bzw. als durch eine Form in der Raumzeit gebundenes System) und *zeitlichen Ordnung* bzw. *Information* (Persistenz). Bei hohen Energien erfolgt, wie erwähnt, eine Verkürzung der Abstände und Dehnung der Zeit, so dass das Ökonomieprinzip der Garant des Verbleibens in der Raumzeit ist. Physikalische Wechselwirkungen *dienen* der Etablierung von (horizontalen und vertikalen) Synergien („enslavement“) und werden zugleich durch Synergien fundiert.
- c) **Information**: hier wird zwischen *Bits*, *QuBits* und *Systemordner-Information* unterschieden (siehe unten). Ein **Bit** als *Ja-Nein-Alternative* ist die Basiswährung der Raumzeit. **QuBits** sind *potentielle* Informationen bzw. Möglichkeiten, wie der Raum durch die Zeit informiert werden kann: sie beziehen sich auf die imaginäre Wirklichkeit und enthalten *relative* Informationen bzw. speichern *Relationen* zwischen superponierten Zuständen eines Quantensystems, das daher meist nicht in Sub-Systeme zerlegt werden kann (nicht-lokale und nicht-zeitliche Verschränkung) und kein Tensorprodukt separabler Subsysteme ist (Nicht-Separabilität). Daher setzt Beamen, Quantenkryptografie etc. auch ein klassisches Bit als „Prüf-Bit“ und „Selektions-Bit“ voraus, um das quantentheoretisch unterbestimmte Resultat zu erhalten (non cloning – Theorem)²⁹. Aufgrund ihres ontologischen Status als Aktpotenz *überlagern* sie sich und bilden als Ganzes das *Produkt*, nicht die Summe der Superpositionen. Verschiedene Bits bilden dann Strukturen, Prozesse, Muster und Systeme aus („bottom-up“-Ansatz). Sie können *höherwertig* (im n-dimensionalen Zustandsraum) bzw. aufgrund ihrer vertikal vermittelten Selbstbezüglichkeit *vertikal* repräsentiert werden: so folgt etwa auf die Operation der *Addition* als je höherwertigere Repräsentation die *Multiplikation* und auf diese die *Potenzierung*. Somit codiert die **Systemordner-Information** auf der höchsten Informationshierarchie die *vertikale Symmetrie*, d.h. die *Qualität* der Information. Kraft dieser Repräsentation bzw. Codierung *ordnet* sie räumlich, zeitlich und energetisch die bits („enslavement“). Systemordner-Informationen sind ontologisch imaginär situiert

²⁷ Siehe die naturphilosophische Abhandlung von Messer, Joachin: Realismus, Quantenmechanik und Dekohärenz, München 2008. Wissenschaftlich exakter in der Arbeit von: Queißer, Friedemann: The impact of decoherence and dissipation on cosmological systems and on the generation of entanglement, Köln 2010

²⁸ Bes. Prigogine, Ilya: Die Gesetze des Chaos, Frankfurt a.M., New York 1995, bes. 77-82

²⁹ Zeilinger, Anton: Quantenteleportation, in: Spektrum der Wissenschaft (Spezial): Quanteninformation. Teleportation, Kryptografie, Quantencomputer, Heidelberg 2011, 14-23. Beim Beamen wird stets eine Information (ein Bit) durch QuBits (im verschränkten Zustand) und ein Kontroll-Bit übertragen, nicht jedoch das materielle Substrat.

(höherdimensional), insofern die empirisch-*horizontale* Ordnung *vertikal* vermittelt, „garantiert“, basiert und ermöglicht wird³⁰.

- d) **Formprinzip:** Systemordner-Informationen dienen letztlich der Vermittlung (Repräsentation, Ordnung, Wirkung) einer *höherdimensionalen Form* durch Raum und Zeit hindurch: ihr Subjekt ist eine Form. Raum wird also durch-formt und *informiert* wie umgekehrt ein „rechnender Raum“ die Etablierung von Formen und dynamischen Ablaufprozessen sowie Mustern wie durch ein Programm zielgerichtet vermitteln könnte. *Kosmologisch* könnte durch Veranschlagung eines sinnvollen Selektionsprinzips bzw. unter Voraussetzung eines exekutiven Basis-Programms die aktuell so problematische *sehr hohe Zahl an Möglichkeiten* einer Systementwicklung entscheidend *begrenzt* werden: sowohl im imaginären als auch im klassischen Wirklichkeitsbereich erfolgt eine *Beschränkung* der Möglichkeiten „zu sein“. Das könnte etwa bei *String-Theorien* eine *systemische Selektion* unter den 10^{500} Möglichkeiten erlauben, oder im Rahmen der Überlegungen zur *Gravitationsentropie* ihre Gleichmäßigkeit von $1 : 10^{10(120)}$, oder gar die Verteilung der sichtbaren Materie ohne Annahme einer ominösen Dunklen Materie erklären³¹. Stets wäre ein selektierendes *Formprinzip* am Werk, das basale Selektionsprozesse so steuert, dass dadurch die Emergenz neuer Systeme disponiert und ermöglicht (jedoch nicht erwirkt) wird. Nicht-Linearität und Sinnhaftigkeit der Formung und Information verweist auf das energetisch-analoge Wirken dieses „downward“ wirkenden Formprinzips³². Das Formprinzip ist das universale *Subjekt* der Selektion von Mustern durch Wechselwirkungen. Damit vollzieht sich Selektion im imaginären (Selektion aktpotentieller Wechselwirkungen) *und* im realen Bereich (klassische Selektion). Der Motor der Selektion ist das „Aktprinzip“ (Aktcharakter des Seins), das auf Verwirklichung, Subsistenz, Individualität durch Formung bzw. als Abbildung der Form angelegt ist („forma dat esse“).
- e) **Rechnender Raum vs. Naturgesetze:** ZUSE prägt, wie erwähnt, den Begriff des „rechnenden Raumes“.³³ Die Parallele zwischen der Beschreibung der Wirklichkeit durch *Naturgesetze* und ihrer informationstheoretischen *Simulation* auf einem PC (Algorithmen, Programme) wurde bereits erwähnt.

TABELLE: Vergleich der naturgesetzlichen und informationstheoretischen Beschreibung der Wirklichkeit nach Zuse³⁴

Klassische Physik	Quantenphysik	<i>Rechnender Raum / digitales Universum</i>
Punktmechanik	Wellenmechanik	<i>Automatentheorie / Programm</i>
Korpuskel	Welle-Korpuskel	<i>Schaltzustand, Digitalteilchen</i>
Analog	Hybrid	<i>Digital</i>
Größen sind kontinuierlich	Einige Größen gequantelt	<i>Nur diskrete Größen</i>
Keine Grenzwerte	Nur Lichtgeschw. als Grenzwert	<i>Minimal- und Maximalwerte</i>
Unendlich genau	Unbestimmtheitsrelation	<i>Begrenzte Rechengenauigkeit</i>
Kausalität in beiden Zeitrichtungen	Statistische Kausalität Auflösung in Wahrscheinlichkeiten	<i>Kausalität nur in positiver Zeitrichtung, keine Wahrscheinlichkeitsterme nötig</i>

³⁰ *Entropie* korrespondiert hier den „Bits“ und bildet naturphilosophisch die (energetische) „Negativfolie“ der Generierung und Etablierung von (die Relationen von Bits speichernder) Systemordner-Information.

³¹ Vgl. zum Hintergrund: Börner, Gerhard: *Kosmologie. Eine Einführung*, Frankfurt a.M. 2011, bes. 36-44

³² Das wäre eine Erweiterung des Ansatzes der „downward causation“ von Peacocke, Arthur: *Theology for a scientific age. Being and becoming – natural, divine and human*, Oxford 2010

³³ Zuse, Konrad: *Rechnender Raum*, in: *Elektronische Datenverarbeitung*, Bd. 8 (1967), 336. Abdruck in: *Spektrum der Wissenschaft* (Anm. 6), 7-15

³⁴ In Anlehnung an die Tabelle von Zuse (Anm. 6), 14

Worin liegt nun der naturphilosophische *Unterschied* beider Beschreibungen? – Im unterschiedlicher ontologischen „Erklärungswert“: entscheidet man sich für die *physikalische Realität* der imaginären bzw. aktpotentiellen Wirklichkeit, dann ist das Ganze eines Quantenzustandes „real“, dann kommt auch dem *Raum* (inkl. der unbestimmten Vakuumenergie, Dunklen Energie, Gravitationsenergie und negativen Energie) *Realität* zu, und vielleicht sogar dem „geistähnlichen“ n-dimensionalen Zustandsraum und somit den Qualitäten, die durch ihn generiert und durch Bezug auf ihn erfasst werden – erfolgt eine *Spiegelung* der Systemordnerinformation durch *autopoetische* (Re-)Konstruktion von Systemzuständen, so bedeutet das naturphilosophisch eine (Selbst-)*Erkenntnis* via Intuition und via Vollzug analysierender Logik. Die Spiegelungsidee ist bekanntlich altes philosophisches Gedankengut, ein Urmodell, das schon ARISTOTELES als das „sich selbst (!) denkende Denken“ entworfen hat. Oder man spricht den QuBits *virtuelle* Realität zu. Auch hat das unmittelbare Konsequenzen für eine universale „Programmsprache“: wie sollte das Programm „Universum“ beschaffen sein? Es operiert *nicht* nur mit Bits, sondern mit ihren superponierten Zuständen, also mit QuBits. Auch sollte es *nicht* algorithmisch noch deterministisch arbeiten³⁵, sondern *Nicht-Linearität* *veranlassend* ermöglichen. Durch Einbeziehung des Zeitpfeils soll eine *kausale* Richtung vorgegeben sein ähnlich der Theorie der *kausalen dynamischen Triangulation*³⁶, jedoch unter Einbeziehung der Entropie und eines Formprinzips.

- f) **Elementarisierung des Transformationsprozesses:** In einer naturwissenschaftlich reduktionistischer Methodologie kann man sich auf den *Übergang* von Zustand A zu Zustand B eines beliebig skalierten Systems bis herunter zu einem Informationscluster konzentrieren. Die Bedingung der Möglichkeit der *Veränderung* ist die o.g. *komplexe* Wirklichkeit als Einheit von vertikaler und horizontaler Wirklichkeit. D.h. die *Möglichkeit* muss stets „real“ gegeben sein, damit sich ein in der Raumzeit befindliches System verändern kann, d.h. damit sich seine vertikale (formhafte) Wirklichkeit „ereignen“ und „verwirklichen“ kann. Ein Quantenzustand kollabiert ja bekanntlich durch *Dekohärenz* aufgrund seiner raumhaften Wechselwirkung mit der Umgebung bzw. durch energetische Koppelung. Doch für Veränderung und Transformation bedarf es einer *Aufrechterhaltung* des aktpotentiellen Möglichkeitsraumes: das geschieht in der unauslöschbaren *Präsenz des Raumes*. Der Raum selbst gilt als Ursprung und Quelle aller Materie und aller physikalischen Kräfte und Wechselwirkungen.

Wirklichkeit subsistiert durch (Wechsel-)*Wirkung*: ein formales Muster (eine Form) subsistiert durch iterative *Selbst-Abbildung*. Die Selbst-Abbildung vollzieht sich durch *Raum* (Prinzip der Individualisierung durch Lokalisierung) und durch *Zeit* (Prinzip der temporalen Ordnung) hindurch. Sie ist *analog*: ein Seiendes existiert durch *Transformation* zwischen zwei zueinander analogen (horizontalen und (!) vertikalen) Zuständen hindurch. Der Akt des Übergangs ist formalisiert und analog zu logischen *Operationen* und dennoch *nicht-linear* – und zugleich *nicht* chaotisch³⁷: einem Input des Früher / Hier entspricht nicht 1:1 ein determiniertes Output als Später / Dort, sondern eine *sinnvolle* Resultante. Dadurch wächst die *Komplexität* ausgedrückt durch das Maß an Integration, Spezifikation, Wechselwirkung und interne Vernetzung der Systemelemente. *Horizontale* Symmetriebrüche generieren aufgrund der Nicht-Linearität höhere, konzentriertere Einheiten resp.

³⁵ Das ist das Hauptargument von Penrose, Roger: Computerdenken. Die Debatte um künstliche Intelligenz, Bewußtsein und die Gesetze der Physik, Heidelberg 2002

³⁶ Loll, Renate: Quanten-Raumzeit aus dem „Nichts“, in: Spektrum der Wissenschaft (Anm. 6), 68-74

³⁷ Nicht das Chaos noch die Neg-Entropie sind kreativ, sondern das sich darin offenbarende System, das nicht-chaotische, sinnvolle und adäquate Synergien generiert. Das kann ergänzt werden zu Ganoczy, Alexandre: Chaos - Zufall – Schöpfungsglaube. Die Chaostheorie als Herausforderung der Theologie, Mainz 1995

vertikale Symmetrien (bottom-up Ansatz), so dass sich komplexere Muster durch die Elementarabbildung *inkarnieren* können (top-bottom Ansatz).³⁸

- g) **Netzwerk:** reicht die Analogie des Universums zu einem Programm noch weiter, sind möglicherweise programmierbare *Netze* (Muster von Wechselwirkungen) vorgegeben, wie etwa PETRI-Netze³⁹. Sie sind verantwortlich für Synergien, Synchronizitäten und sinnvolle (nicht zufällige) Selektionen. Die Sinnhaftigkeit einer Selektion zeigt sich an der *erfolgreichen* Produktion (Emergenz) einer *neuen* (vertikalen) Wirklichkeit, die durch Selbst-Reproduktion des Netzes vermittelt wird. Im basalen Netz ist somit analog die Summe der Möglichkeiten „zu sein“ fundiert. Auch fungiert das Netz als primordiales Selektionskriterium: unter den o.g. $10^{10(120)}$ Möglichkeiten aufgrund der Gravitationsentropie bzw. unter den $1:10^{500}$ Möglichkeiten, welche die M-Theorie (Stringtheorie) eröffnet⁴⁰, wird die *eine* passende Möglichkeit selektiert, welche der Konfiguration des „Ur-Netzes“ entspricht. Im *Netz* als Instrument der Selektion manifestiert sich das *Formprinzip* als Subjekt der Selektion, um in der quantenphysikalischen Realität als Ort der Selektion (Phasen- bzw. Konfigurationsraum) sich so auszuwirken, dass ein nicht-lineares Resultat durch Dekohärenz entsteht. Das Netz generiert durch nicht-lineare Wechselwirkungen bzw. Transformationsprozesse vertikal tiefere Entitäten, die sich durch ein höheres Komplexitätsmaß auszeichnen. Das Netz „rechnet“ i.S. einer permanenten Transformation (Relais in resonanten Verbindungen von Raumquanten), es *verarbeitet* horizontale Information (Bits) kraft einer imaginären „Rechenvorschrift“, die wiederum einer vertikalen Systemordner-Information entspringt. Es „läuft“ auf der Ebene der QuBits wie ein nicht-algorithmisches Programm „ab“ (=Information als Selektion).

Unterschiedlicher Informationsbegriff

Im skizzierten Kontext kann nun der derzeit diffus verwendete Informationsbegriff⁴¹ differenziert werden, um ein naturphilosophisch konsistentes Bild des „Wesens“ der Information zu erhalten.

Entropie und Negentropie

Grundlegende Parallelen bestehen zwischen der physikalischen Größe der *Entropie* und dem *Informationsbegriff*. Sogar eine gegenseitige Umrechnung ist möglich. Nach dem Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik Ludwig BOLTZMANNs nimmt die Entropie eines offenen (!) Systems stets zu: es gibt kein Perpetuum Mobile zweiter Art, da jedes Wirken mit Dissipation (ein Begriff von PRIGOGINE)⁴² bzw. mit einem *Verlust* bzw. unstrukturierter Freisetzung von (systemisch ungebundener) Energie in Form von Wärme – etwa durch Reibung – verbunden ist. Entropie beschreibt die Entwicklung eines *offenen Systems* im Zustandsraum: das System bewegt sich in Richtung der höchsten Wahrscheinlichkeit: $Q = k \cdot \ln w$ (Entropie Q ist die BOLTZMANN-Konstante multipliziert mit dem Logarithmus der Wahrscheinlichkeit). Einem *Makrozustand* des Systems entsprechen demnach immer mehr äquivalente *Mikrozustände* – so gibt es viel

³⁸ Exakter bei Koncsik (Anm. 13)

³⁹ Petri, Carl Adam: Das Universum als großes Netz, in: Spektrum der Wissenschaft (Anm. 6), 16-19

⁴⁰ Siehe Anm. 31

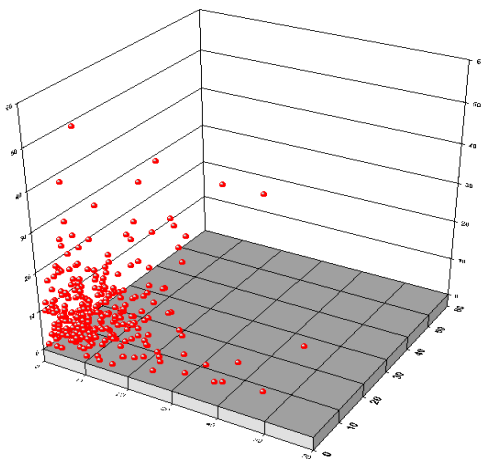
⁴¹ Zu den verschiedenen Informationsbegriffen siehe: Information als *QuBits* siehe etwa Lyre, Holger: Quantentheorie der Information, Paderborn 2004. Fachspezifisch in der *Informationstechnologie* (algorithmischer Informationsbegriff, *Bits*) Klimant, Herbert u.a.: Informations- und Kodierungstheorie, Wiesbaden 2011; Hümbes, Wolfgang u.a.: Einführung in die Informationstheorie, Aachen 2012. Information (Bits) als *Konkretion*: Pirner, Hans J.: Das Unbestimmte und das Bestimmte. Ein Versuch, das Bestimmte und Unbestimmte zusammen zu denken, Heidelberg 2012. Information als Bestimmung von *Netzwerken*: Abbas El Gamal; Young-Han Kim: Network information theory, Cambridge 2011. *Naturphilosophische Reflexion unterschiedlicher Informationsbegriffe* findet sich bei Floridi, Luciano: The philosophy of information, Oxford 2011 (siehe auch die eigene Homepage des Verfassers: www.philosophyofinformation.net)

⁴² Prigogine, Ilya: Vom Sein zum Werden. Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften, München u.a. 1980

mehr Mikro-Möglichkeiten für einen ungeordneten als für einen geordneten Makro-Systemzustand. Ausgenommen von der Zunahme der Entropie sind *geschlossene* Systeme ohne Dissipation sowie Oszillationen bzw. periodisch oszillierende Systeme.

Entropie erfasst *nicht* die Veränderung der *Form* eines Systems: fällt im Rahmen eines irreversiblen, zeit-asymmetrischen Prozesses ein Glas vom Tisch und zerbricht ist, so resultiert die Zunahme der Entropie *nicht* aus der Zerstörung der Form, sondern aus der minimalen Zunahme an *Wärmeabstrahlung* der Moleküle des Glases als Folge seiner Zerstörung. Somit erfasst Entropie weder die erwähnte Systemordner-Information noch eine Superposition von Möglichkeiten.

BILD: Der Phasenraum⁴³



Der abstrakte Phasenraum beschreibt die Entwicklung eines Systems.

Ohne einen (komplex ordnenden) Attraktor, d.h. ohne eine Information erzeugende „vertikale Innenseite“, entwickelt sich ein „geschlossenes“ System in Richtung des Zustands höchster Wahrscheinlichkeit (ohne ordnende „Kraft“): die Entropie wächst an. Die Wahrscheinlichkeit für einen geordneten Zustand sinkt gegen Null.

11

Anders formuliert: wird *weniger Information* zur Beschreibung der zeitlich gerichteten Entwicklung eines Systems benötigt, ist diese Aussage gleichbedeutend mit der *Zunahme* der Entropie. Umgekehrt kann daher Information als *Neg-Entropie* verstanden werden. Durch Dissipation geht Information verloren, durch Systembildung wird Information komprimiert bzw. gewonnen. Es kann zwischen „toten“ und „sich selbst gestaltenden“ Systemen unterschieden werden: beide strahlen Wärme ab, doch nur das sich autopoetisch selbst organisierende System erhält einen Informationsgewinn, indem vorher chaotisch unentschiedene Ja-Nein-Alternativen nun definitiv entschieden sind: man braucht zusätzliche klassische Information in Form entschiedener „Bits“, um die Struktur des Systems zu beschreiben.

Die Selbstorganisation *kostet* Entropie, die an die Umwelt *ausgelagert* wird⁴⁴. Sie generiert positiv Neg-Entropie, wenn sie *sinnvoll* ist, d.h. der Etablierung eines Systems dient. Die sich darin manifestierende treibende Kraft bleibt das o.g. ökonomische Prinzip der Energie- und Wirkungsminimierung durch Informationsmaximierung, die sich durch *Brechung* von physikalischen *Symmetrien* und Erhaltungssätzen faktisch umsetzt: niedrige Symmetrie impliziert eine größere Informationsmenge. Dadurch wird die *vertikale* Symmetrie des Systems gesteigert (Komplexitätszunahme), deren Ausdruck die gesteigerte Informationsmenge ist. Evolutionstheorie, nicht lineare Systemtheorie, Informationstheorie und Thermodynamik hängen miteinander zusammen.

Der Informationsbegriff als *Bit* bzw. als *Neg-Entropie* erfasst demnach *nicht* die *formale* Struktur des Systems; er behandelt spezifische Mikrozustände, die einem strukturlosen Makrozustand entsprechen, als

⁴³ Sein *ontologischer Status* bleibt offen: inwiefern kommt dem Phasenraum *Realität* zu? Handelt es sich nur um Beschreibungen oder Modelle, oder doch um „mehr“ – etwa um ideelles Sein, um wirkende Formen, um Ausdruck einer imaginären Realität? Die Entscheidung dieser Frage setzt epistemische und ontologische Reflexionen voraus.

⁴⁴ Krüger, Franz (Anm. 12)

unspezifisch und äquivalent. Auch erfasst dieser Informationsbegriff *nicht* seinen eigenen *Grund*: die Zunahme der Information über *zeitlich* bedingte Korrelationen⁴⁵ zwischen sich selbst organisierenden Systemelementen bleibt ausgeblendet („tote“ Systeme wie etwa ein Gasgemisch in einem Behälter werden hier nicht reflektiert). Außerdem *schränkt* die formale Struktur eines sich selbst ordnenden Systems die Äquivalenz der Mikrostrukturen drastisch *ein*, d.h. der negentropische Informationsbegriff erfasst *nicht* die Systemordnung noch die HAKENSche Informations-Kompression. Doch werden zumindest der *Entwicklungsdynamik*, jedoch nicht die *Evolutionsdynamik* anhand der Veränderung von Information beschrieben.

Qualia und biologischer Informationsbegriff

Ein anderer Informationsbegriff taucht bei der Beschreibung des *Informationsgehaltes* des *komplexen Gehirns* bes. des Menschen auf. Es gibt im Gehirn keine singulären Neuronen, die eine Information repräsentieren und als Gedächtnis fungieren; auch erfolgt beim Gehirn keine informationstheoretische Instruktion von Neuronen zwecks ihrer Aktivitätssteuerung. Vielmehr wird Information in der neuronalen *Architektur*, in der individuellen Disposition, Struktur und Form des Gehirns und des gesamten (!) Organismus sowie dynamisch durch *strukturierte elektrochemische Wechselwirkungen* gespeichert: so enthält sogar der menschliche Körper und nicht nur das Gehirn Information als individuierte und durch sich selbst geschaffene Disposition.

Information ist stets mit sog. *Werten* als Resultat permanenter Bewertungen von Anpassungs- und (Selbst-)Organisationsleistungen des Organismus verbunden⁴⁶, insofern die Ausbildung der Morphologie und phänotypischer Formen das Ergebnis neuraler *Bewertungsprozesse* ist: Werte wiederum stehen für Qualia und individualisierte Anpassungspräferenzen. Die in der Diskussion oft heraus gehobene Nicht-Objektivierbarkeit individueller Erfahrungen und intrinsischer neuronaler Zustände lässt sich aus der individuellen Adaptation, nicht duplizierbaren Struktur und formalen Musterung ableiten.

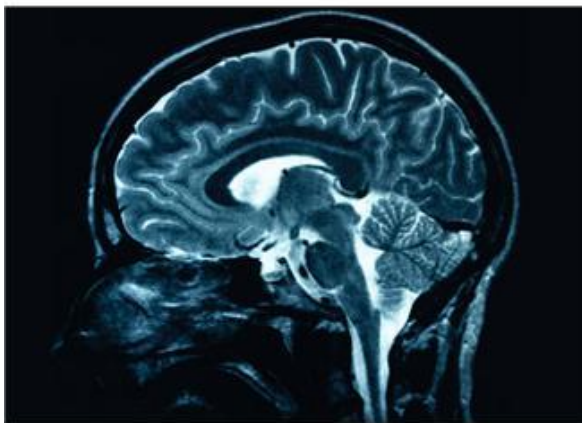


BILD: Das Gehirn als hochkomplexes System von Wechselwirkungen zwischen ca. 100 Mrd. Neuronen

Biologische Information scheint somit eine Absage an einen *technischen* Informationsbegriff zu sein. Wie wird etwa im Gehirn Information „gespeichert“? Auf subatomarer Ebene bis zur Ebene einzelner Neuronen läuft nach wie vor ein „klassischer“ Transformationsvorgang von Information i.S. des o.g. „Rechnens“ und „Verarbeitens“ ab: ein Bit wird gemäß

einer *Regel*, einem Wechselwirkungsgesetz, durch ein anderes Bit ersetzt (Maschinensprache). Doch führt dieser Prozess zur Manifestation umfassender, holistisch operierender Strukturen⁴⁷. Sie sind gegenüber der „basalen“ Bit-Ebene *emergent* und codieren auf ihre *eigene* Weise Information. Diese biologischen, d.h. sich selbst organisierenden, lebendigen Systeme enthalten eine „Meta-Information“: sie gibt keine simplen Bits als Ja-Nein-Alternativen an, sondern speichert *Relationen*, analoge Verhältnisse, Resonanz- und

⁴⁵ Prigogine (Anm. 28)

⁴⁶ Edelman, G. u.a., Neuronaler Darwinismus: Eine selektionistische Betrachtungsweise des Gehirns, in: Meier, H.; Ploog, D. (Hgg.), Der Mensch und sein Gehirn. Die Folgen der Evolution, München 1997 (Neuaufgabe 21998), 187-234, bes. 189

⁴⁷ Ähnlich argumentiert Mahr, Bernd: Über die Algorithmen hinaus, in: Spektrum der Wissenschaft (Anm. 6), 27 - 33

Oszillationsmöglichkeiten. Sie ist selbst-bezüglich und auf ihre prozessuale Verwirklichung hin angelegt – sonst gäbe es keine sich in *Raum und Zeit* manifestierenden Resonanzen. Nur kraft der *Dynamik* einer *grundsätzlichen und universellen* raumzeitlichen Quantelung, die sich „vollziehen“ muss, kann sich Wirklichkeit als raumzeitlich „getaktete“ Wirkung überhaupt ereignen, so dass es darin zur analogen, d.h. verhältnis-gemäßen Auslegung eines Systems kommen kann.

Naturphilosophisch formuliert sind Meta-Informationen erneut Ausdruck einer *vertikalen* Symmetrie, eines „metaphysisch“ liegenden Symmetrie-Punktes als unsichtbares, (relativ) trans-raumzeitliches *Zentrum* eines den Systemverlauf nicht determinierenden System-Attraktors. In klassischer philosophischer Terminologie könnte man das wohl die „*Essenz*“ eines Seienden nennen. Die *Qualität* (in) der *Essenz*, d.h. die sog. *Qualia* aktueller Diskussion über Geist und Gehirn⁴⁸ sind Relationen, analoge Verhältnisangaben, metaphysische „Erhaltungsgrößen“; daher werden sie auch in Form von *Relationen und Interaktionen* zwischen Neuronen und anderen Systemelementen nachgebildet und (!) vermittelt. Schließlich stellt sich dadurch *Persistenz und Subsistenz* eines Systems ein, indem es *sich permanent* auf das „Mehr“ seiner nicht verwirklichten Möglichkeiten hin *transzendiert*: die ideell (durch Möglichkeiten vermittelte) Selbsttranszendenz konstituiert demnach das Zustandekommen von „Sein“ im „Seienden“.⁴⁹

Systemischer Informationsbegriff als Ziel-Grund der Verschiedenheit der Informationsbegriffe

QuBits

Welche unterschiedlichen Informationsbegriffe wurden bislang gebraucht? – Die *aktpotentiellen Möglichkeiten* scheinen *relationale bzw. relative Informationen* zu sein. Quanten-Bits resp. *QuBits* repräsentieren daher das (nicht-lineare? emergente?) *Produkt* klassisch möglicher Informationen. Das „Ganze“ des Quantensystems und das „Ganze“ der Möglichkeiten ist dabei mehr als Summe der „Teile“ – es ist eben deren Produkt. Ist *grundsätzlich* Kenntnis über den Zustand eines Quantensystems erlangbar⁵⁰, so kollabiert bzw. dekohäriert das Quantensystem. Weil *QuBits relational* sind und Entsprechungs- und Zuordnungsverhältnisse *encodieren*, können sie auch miteinander „verschränkt“ sein und ein „Ganzes“ auf einer Meta-Ebene bilden.

Inwiefern sind nun *QuBits* mit Möglichkeiten, mit *aktiver Potenz*, wie es klassische Philosophie für die ontologische Konstitution eines Seienden voraussetzt, identisch? – Möglichkeiten bedeuten u.a. *keine* definitive Entscheidung bzw. *keine* Generierung einer Information (Bit), d.h. keine Selektion einer Ja-Nein-Alternative. Doch ihr Vollzug führt zu ihrer „Auslöschung“: trifft man eine Entscheidung, so werden *instantan* andere mögliche Alternativen ausgelöscht. Möglichkeiten erlauben auch die *Emergenz* neuer Zustände, weil sie eben das Produkt von Alternativen und nicht deren Summe darstellen. Und Möglichkeiten drängen zur *Verwirklichung* wie eine Potenz auf dem Akt hin geordnet ist, auch wenn die Aktualisierung nicht kraft der reinen Möglichkeit geschieht: ontologisch bleiben Möglichkeiten ein notwendiger, aber kein hinreichender Grund für das Wirklich-Werden eines Systemzustands. Möglichkeiten sind *zeitlos präsent*, ihre Kooperation und relative Kohärenz mit anschließender Selektion in der Dezision wird ebenfalls zeitlos, instantan und *parallel* umgesetzt: hier scheint sich auf einer *trans*-klassischen Ebene der Realität Selektion zu ereignen. Die *Symmetrie* der Möglichkeiten als Basis der Kohärenz eines Quantenzustands bleibt *nicht* erhalten, sondern

⁴⁸ Zur *Qualia*-Diskussion siehe systematisch: Benett, Maxwell u.a.: Die philosophischen Grundlagen der Neurowissenschaften, Darmstadt 2010

⁴⁹ Das verleiht der nur hypothetischen Postulats von Karl Rahner eine entsprechende Fundierung. Vgl. Rahner, Karl: Die Hominisation als theologische Frage. In: ders. u.a.: Das Problem der Hominisation, Freiburg i.Br. 1961, 55-90

⁵⁰ Auch wenn das nicht notwendig eine *Messung* voraussetzt; es reicht die *Möglichkeit* aus, zwischen Quanten-Alternativen zu unterscheiden. „Kenntnis zu erlangen“ bedeutet – unabhängig vom Erkennenden generierte – klassische Information (Bit) zu erhalten.

drängt von sich aus auf einen Symmetriebruch bzw. enthält mehrere *potentielle* Symmetriebrüche, um die Einheit des Systems von einer neuen, metaphysisch tieferen Ebene aus zu konzentrieren: das wäre naturphilosophisch als die Möglichkeit zur Evolution und Komplexitätszunahme zu beschreiben.

Bits

Sobald das QuBit seine Superposition verliert, kommt es zur *Konkretion und Dezision*, d.h. zur vollzogenen Unterscheidung von anderen Alternativen: durch Dekohärenz und Dissipation erfolgt eine (sinnvolle? Systemadäquate?) Selektion. Es entsteht nun ein *konkretes* Bit, eine Ja-Nein-Entscheidung. Das erinnert an die klassische Definition von *Individualität*: „individuum in se et divisum ab alio“ – in sich ungeteilt und geteilt (unterschieden) von anderen (möglichen Zuständen und Entwicklungsverläufen). Auch wird das der etymologischen Bestimmung von „*Konkretion*“ gerecht: „zusammen gewachsen“ (lat. con-crescere) aus (metaphysischen) Prinzipien und Möglichkeiten „zu sein“. Bits sind Gegenstand der klassisch verfahrenenden Informatik und Informationstheorie.

Hier wäre auch der Informationsbegriff von SHANNON zu verorten⁵¹: er bedeutet in der *Signalübertragung* den Import einer „Neuheit“, einer „unerwarteten“ Gegebenheit. Information wird dann dort generiert, wo *Neuheit* übertragen wird. Also dort, wo eine Unterscheidung und Entscheidung zwischen indifferenten, aber miteinander konkurrierenden Möglichkeiten getroffen wird, dort erfolgt ein Informationsgewinn. Steigt nun der *Erwartungswert* einer Information, d.h. wird mit dieser Information des Senders seitens des Empfängers „gerechnet“, so *nimmt* der Bedeutungsgehalt der Information *ab*. Bedeutung und Gehalt werden demnach an der *Novität* einer Information gemessen; wird die Information hingegen erwartet, so meint hier Bedeutungslosigkeit so viel wie Indifferenz hinsichtlich der Entwicklung eines Systems. Denn wo keine Entwicklung durch Raum und Zeit hindurch geschieht, dort wird Information „eingefroren“, was gleichbedeutend mit dem Tod einer Information ist. In dieser Hinsicht verbirgt sich bei der SHANNONSchen Theorie durchaus ein dynamischer und negentropischer Informationsbegriff.



BILD: Information durch Raum UND Zeit hindurch

So wird ein „Bit“ nicht nur hinsichtlich seiner *räumlichen* Unterscheidung definiert und gemessen, sondern – das ist an dieser Stelle wichtig – auch und gerade hinsichtlich seiner *zeitlichen*, temporalen Unterscheidung. Nur wenn die klassische Informationstheorie mit der von SHANNON sowie indirekt von BOLTZMANN kombiniert wird, kann ein ausreichendes Verständnis dessen, was ein „Bit“ „ist“, erlangt werden.

Systemordner-Information oder: Information als qualifizierende Selektion

Die Information, die sich direkt auf Qualitäten, Formen, Ordnungs- und Entwicklungsmuster, Evolutionspfade von Systemen bezieht, kann *Systemordner-Information* genannt werden. Sie realisiert sich durch *Selektion* unter reinen Möglichkeiten. Sie garantiert die Sinnhaftigkeit der Selektion als Einpassung in eine prozessuale Ordnung.

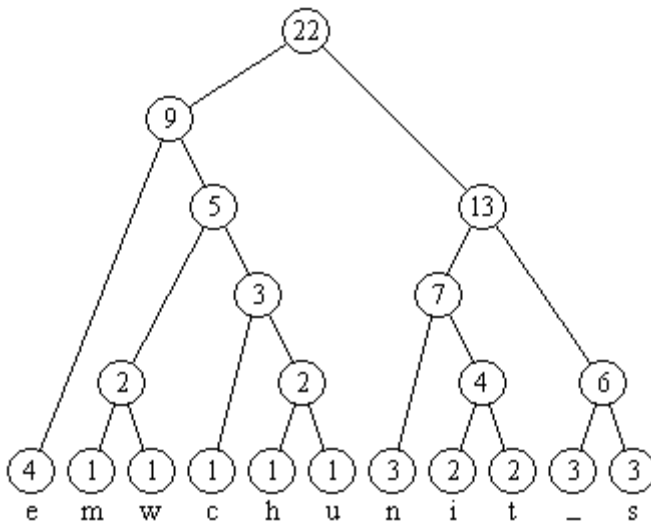
Der o.g. - das System ordnende - *fraktale Attraktor* etwa kann eine solche Systemordner-Information darstellen, die zwischen den linearen Superpositionen akpotentieller Möglichkeiten selektiert. Sie wäre

⁵¹ Shannon (Anm.6)

auch affin zu einem *Programm* als Selektionsvorschrift bzw. Anweisung von Regeln zur Selektion, jedoch i.S. der Disposition der Selbst-Gestaltung eines Systems. In systemtheoretischer Terminologie wäre sie der nicht lokalisierbare (weil *nicht* raumzeitliche) *Systemkern*, das sich im *kybernetischen Netzwerk* durch instantane Parallelverarbeitung manifestiert.⁵²

Schließlich betrifft die Systemordner-Information alle sich von sich selbst her, d.h. von einer metaphysischen Innenseiten her⁵³ gestaltenden *Mikro-, (biologische) Meso- und Makrosysteme*, wie bes. das hochkomplexe hominide Gehirn als oberste Kulmination, Repräsentation und Integration systemischer Vernetzung des menschlichen Leibes: das Gehirn realisiert in analoger Emergenz und Überschreitung kraft seiner o.g. Codierung durch *Relationen*, die sich in neuronalen (synchronen) *Interaktionen* abbilden⁵⁴, die „Essenz“ und Grundstruktur aller leiblichen Sub-Systeme, so dass beide aneinander vermittelt werden. Gerade in biologischen Systemen zeigt sich die Systemordner-Information von ihrem *Effekt* her durch Ausgestaltung des Phänotyps bzw. der *Morphologie* eines Lebewesens. In ihnen wird das bereits von ARISTOTELES identifizierte metaphysische *Formprinzip* als letzter Ziel- und Wirkgrund der Systemordner-Information, d.h. als Subjekt der Selektion, manifest.

BILD: Codierung einer Informationskette



Codierungstheorien⁵⁵ beschreiben in der IT unterschiedliche Möglichkeiten der Informationskompression, hier am Beispiel der Codierung einer Buchstabenfolge.

Das Wesentliche scheint die formale Erfassung von *Relationen*, exakter: von *Mustern*, Synergien, Resonanzen zu sein, die sich in den Relationen manifestieren. Eine Relation wiederum erzeugt eine *neue* Information, in der analog die ursprüngliche Information „eingerollt“ („gezippt“) enthalten ist. Ähnlich kann in der Physik etwa die *String-Theorie* als Codierungstheorie begriffen werden.

Der ontologische Status der Systemordner-Information ist wohl *ideell*, präziser: aktpotentiell und mental-analog zu nennen. Die Analogie zum *Mentalen* offenbart sich in ihrer expliziten *Selbst-Bezüglichkeit*. Durch raumzeitliche *Iteration* und Wiederholung derselben Systemordner-Information werden innovative Systemzustände generiert (Evolution). In der Iteration wiederum ist die Idee der *Spiegelung* enthalten – seit der vorsokratischen Philosophie ein Paradigma von *Erkenntnis* als „Nachahmung“ und „Angleichung“ sowie von *Wollen* als „Vorstellen“ des Begehrenswerten und erneut – wie bei der Erkenntnis auch – „Angleichung“. Selbstbetrachtung, Reflexion, *Selbst-Gegenübersetzung* sowie Existenz und Insistenz, Wirkung und Wirklichkeit, Wesen und Sein⁵⁶ folgen diesem dualistischen und die konstruktive Funktion der Differenz

⁵² Für weitere Details zum *Systemattraktor* siehe: Kuznecov, Sergej: Hyperbolic chaos. A physicist's view, Berlin 2012

⁵³ Die Betonung einer sog. *Innenseite* der Wirklichkeit lehnt sich diesbezüglich an die Idee von Teilhard de Chardin an: Das Herz der Materie, Düsseldorf 2005

⁵⁴ Zur Bedeutung der *Synchronizität* als temporale Ordnung neuronaler Aktivität siehe bes. Singer, Wolf: Der Beobachter im Gehirn. Essays zur Hirnforschung, Frankfurt a.M. 2002; ders.: Vom Gehirn zum Bewusstsein, Frankfurt a.M. 2006

⁵⁵ Siehe die mathematisch-technischen Grundlagen bei Schulz, Ralph-Hardo: Codierungstheorie. Eine Einführung, Wiesbaden 2003

⁵⁶ Zur ontologischen Vertiefung siehe etwa Beck, Heinrich: Der Akt-Charakter des Seins : eine spekulative Weiterführung der Seinslehre Thomas v. Aquins aus einer Anregung durch das dialektische Prinzip Hegels, Frankfurt a.M. u.a. 2001

betonenden logischen Muster. Das rechtfertigt die Analogie der selbstbezüglichen *und* sich aktiv (kreativ) selbst auslegenden Systemordner-Information zum Mentalen.

Aus dieser für das Mentale konstitutiven Selbstbezüglichkeit resultiert die ungleich höhere *Dichte* bzw. der *Gehalt* der Systemordner-Information gegenüber einem schlichten Bit oder QuBit. Was daher etwa beim fraktalen Attraktor fehlt, um ihn mit der Systemordner-Information total zu identifizieren, ist die *Vernetzung* der Punkte des Attraktors durch eine schöpferische Synergie, um der *Indeterminanz* dieser Art von Information sowie um der *Komplexität* des Systemverlaufs gerecht zu werden. Denn selektiert wird kraft des Attraktors eine Qualität, eine *Form*, eine Struktur bzw. ein Muster.

Die Systemordner-Information verhält sich zum *Übergang und Verrechnen* eines Bits in ein folgendes (anderes) Bit wie die oberste Programmhierarchie zur basalen Maschinensprache. Die *Transformation* des Systems ereignet sich ja auf einer *emergenten* und höheren (tieferen) Systemebene, so dass sich die Systemordner-Information primär auf *diese* höhere Ebene bezieht. Die unteren Hierarchien werden durch die oberste Systemebene in Dienst genommen. Sie gibt erneut formale Relationen von Bits via aktiver *Informierung* (!) vor. Die je höhere Systemebene lässt die je niedrigere Systemebene sich dispositiv manifestieren bzw. sein-lassend selbst gestalten. Der auf der untersten Systemebene sich ereignende Übergang zwischen zwei Bits scheint *nicht*-linear um- und unterfasst zu sein: vielleicht ist die Raumzeit letztlich eine *fraktale Hyperfläche*, jeder Übergang von „A“ nach „B“ *fraktal* strukturiert⁵⁷, um die qualitativen ontologisch-vertikalen Differenzen zu höheren Systemebenen zu ermöglichen und um aus dem linearen Übergang auf der Ebene der „Maschinensprache“ einen nicht-linearen Effekt auf Systemebene zu erreichen.

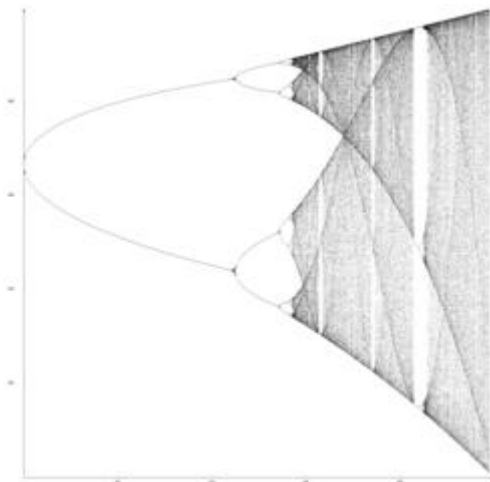


BILD: Iteration erzeugt ein neues System: an Bifurkationspunkten der Evolution kann eine höhere Systemhierarchie emergieren

Am fraktalen Rand zwischen zwei Raumzeit-Quanten ereignet sich bereits *nicht* zufällige, weil „überformte“ Selektion – entsprechend einem *Bifurkationspunkt* im Systemverlauf: der System-Operator bzw. das transformierende Programm disponiert die Maschinensprache und bringt sich selbst schaffende Ordnung in das Chaos. Insofern dieses nicht algorithmische Programm, das die Selbstschöpfung antreibt, gewissermaßen abläuft, wird *Zeit* generiert: die *Zeitsymmetrie* einer rein physikalischen Beschreibung der Realität wird durch die negentropische Systemordner-Information, die auch den zeitlichen Entwicklungsverlauf eines Systems durch die Ordnung zeitlicher Korrelationen und Zuordnungen ordnet, *gebrochen*. In dieser *Ordnung* ist eine neue Information enthalten, was die Kreation des Begriffs der Systemordner-Information zusätzlich legitimiert.

Insofern Ordnung sich durch *Resonanzen*, Iterationen resp. Repetitionen desselben Musters, durch Oszillationen und Selbstrekursivität ereignet, wird mit Norbert WIENER in Resonanz *Energie und Information* „gespeichert“⁵⁸ – und zwar letztlich eine Systemordner-Information, die sich explizit auf die Form eines Systems bezieht – im Unterschied zur Negentropie, die von der Form absieht.

⁵⁷ Eine fraktale Struktur setzt komplexe Zahlen voraus. Sie wiederum sind repräsentativ für eine zwei-dimensionale Wirklichkeit. Vgl. Wehrmann, Wolfgang: Kaum zu glauben. Grundriss einer metasymbolischen Wahrheitstheorie, Frankfurt a.M. 2011

⁵⁸ Wiener, Norbert: Futurum exactum. Ausgewählte Schriften zur Kybernetik und Kommunikationstheorie (hg. von Bernhard Dotzler), Wien u.a. 2002

Insofern Ordnung sich als spontan, instantan (zeitlich) und holistisch (räumlich) einstellende *Synergie* manifestiert, bedingt Systemordner-Information die sinnvolle und *systemkonforme* Synergie, Synchronisation, Abstimmung, Korrelation und Kohärenz von Einzelereignissen und –elementen. Die Systemordner-Information *codiert* demnach die Komplexität der Interaktionen und Wechselwirkungen als prozessuales Korrelat der Komplexität der Form des Systems. Sie definiert den HAKENSchen „Versklavungsgrad“ von Systemelementen, d.h. ihre Zu- und Miteinander-Wechselwirkung. Sie ist somit eine *Meta-Information*, die über die Relativität und Relationalität von QuBits hinaus auch die *ideelle Systemform*, die transtemporale, holistische formale Konstitution des Systems *in sich* enthält. So manifestiert sich in jeglicher An-Ordnung von Quanten oder digitalen Einheiten – seien es Raumquanten, Zeitquanten, Wirkungsquanten – eine *Meta-Information* als sinnvoll ordnende Information zwecks Ermöglichung der Entstehung eines Systems.

Die Codierung der für die Systemsteuerung, exakter: für die Disposition und Ermächtigung zur Ausbildung von Synergien, kann anhand einer *Analogie* verdeutlicht werden: die Bits sind in der Systemordner-Information gewissermaßen zusammen gefasst hinsichtlich ihrer Zu-Ordnung, Aktivierung und Inaktivierung. Ähnlich veranlasst ein *Programm* auf dem Computer durch Aktivierung, Beschreibung, Transformation eines Bits in ein anderes Bit (oder auch nur den alten Zustand in einem Zeittakt belassend). Im Programm ist ein *Plus* an Information *über* die Information (durch Relationen und Verhältnisse, d.h. durch formale Muster codiert) enthalten. Dieses „Plus“ ist ja das Produkt der Bits und ihrer Zuordnung bzw. der *Möglichkeit* ihrer raumzeitlichen Ordnung. Die Information an Bits wird somit *komprimiert* – HAKEN spricht von synergetischer Informationskompression⁵⁹.

Das wiederum ist dem *holografischen Prinzip* benachbart: der *Mehrwert* von Information kann hinsichtlich seiner Struktur und Ordnung hinreichend vollständig durch *Reduktion* der Datenmenge erfasst und abgebildet werden. So kann ein **3-D**-Objekt auf eine **2-D**-Fläche hinreichend genau *projiziert* und encodiert werden, ohne dass „wesentlicher“ Informationsverlust entsteht. Ein wesentlicher Informationsverlust würde das „Wesen“, sprich: die Form, die Struktur, das Muster bzw. die Interrelationen eines Systems zerstören.

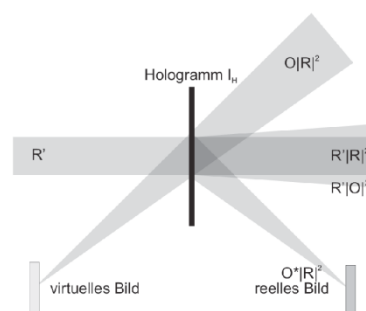
BILD: Hologramm zur Veranschaulichung des holografischen Prinzips der Encodierung.⁶⁰

Ähnlich wirkt eine höhere Systemhierarchie „holografisch“ auf eine niedrigere Systemebene.

Das hat unmittelbare Konsequenzen für den *Modus* der Selektion zwecks Ordnung eines Systems: Selektion wäre in diesem Vergleich *De-Kompression*

und *De-Codierung* von Information nach einer spezifischen Regel bzw. Form. Sie würde die durch Relationen gespeicherte interne Struktur *nach außen hin* im Raum und Zeit hinein ausdrücken. Ähnlich wie bei der Expression eines Gens sich das codierte Protein selbst entpackt, wird auch hier eine *sich selbst* (analog) entzippende, entpackende Struktur generiert. Das geschieht, indem „freie“ und ungebundene Einzelsequenzen, Sub-Programme und Routinen *nicht* chaotisch, sondern *systemgerecht* „von innen her“ (also vom metaphysischen Innenbereich her) sich selbst zu einem neuen, emergenten Ganzen ausbilden und kreativ

2.2 Digitale Holographie



⁵⁹ Haken (Anm. 11)

⁶⁰ Illustration entnommen aus: Langehanenberg, Patrik: Untersuchungen zum Einsatz kurzkohärenter Lichtquellen und numerischer Autofokussierungsverfahren in der digitalholographischen Mikroskopie, München 2009. Zum Konzept eines holografischen Universums siehe Greene, Brian: Das elegante Universum. Superstrings, verborgene Dimensionen und die Suche nach der Weltformel, München 2008

ausgestalten. Selektion ist somit nicht nur eine „von oben“ erfolgende Auswahl und Disposition (Selektionsdruck und Selektionspotenz), sondern zugleich eine „von unten“ her sich vollziehende Selbst-Selektion: passende Ablaufmuster, die Synergien erzeugen, wählen *sich selber* aus. Bei näherer Betrachtung wählt sich freilich die optimal passende Form notwendig selbst aus, indem sie um ihre Aktivierung resp. Realisierung in Konkurrenz und evolutionärem Wettbewerb zu alternativen Formen steht.



Selektion würde sich also *sowohl* im metaphysischen, imaginären *als auch* im klassischen, realen Bereich parallel vollziehen. Gemeint ist freilich keine zeitliche oder räumliche Parallele, was aufgrund der Analogie beider Seins- und Wirkungsbereiche nicht möglich ist, sondern eine wirkungsbezogene, ereignishaft Parallele der Informations-dekompression. D.h. es wird nicht zwischen beliebigen Möglichkeiten selektiert, sondern zwischen sinnvollen, realisierbaren Möglichkeiten – das ist übrigens der naturphilosophische Grund der Möglichkeit einer „konvergenten Evolution“⁶¹. Eine „Un-Möglichkeit“ kann als *nicht* Synergie stiftende Wechselwirkung und Transformation eines Zustands in einen anderen definiert werden. Zwischen den verbleibenden Möglichkeiten jedoch wird selbst tätig selektiert.

Das Resultat dieses Analogisierungs- und Transformationsprozesses ist:

- a) ein „klassisch“ und konkret Werden von Information, sprich: die erfolgreiche Information von **Bits**, vermittelt durch einen „ordnenden“ („rechnenden“) Raum und eine ebenso „ordnende“ Zeit bzw. durch eine Ordnung, ein Raster der Raumzeit;
- b) die *Aufrechterhaltung und Potenzierung* der Möglichkeiten seiner systemgerechten Transformation bis zur Emergenz höherer Systemhierarchien, d.h. durch Selektion der imaginären **QuBits**,
- c) die sich in der damit ausgesagten *Komplementarität* von Bits und QuBits auswirkende *Inkarnation* eines Systems, einer Form, eines Ablaufmusters.

Eine interdisziplinäre Anwendung: das Wirken Gottes

Auf Basis skizzierter naturphilosophischer Interpretation physikalischer Theorien und Modelle kann der interdisziplinäre Dialog mit der Theologie signifikant genauer und weniger spekulativ geführt werden, als das ohne expliziten Rekurs auf physikalische Modelle unterbestimmt geschehen mag.

Als Beispiel kann die Diskussion über den Modus des *Wirkens Gottes* konstruktiv ergänzt werden⁶²: *theologisch* wird das Wirken Gottes bis zu seiner Inkarnation und Auferweckung resp. Transformation geglaubt bzw. als Glaubensaxiom vorausgesetzt. Ist dieses Axiom überhaupt rational zu rechtfertigen? – Gott wirkt *analog*, freilassend, ermächtigend und a priori, indem zuerst das *umfassende Wirken Gottes* gesetzt ist, in dem die *Eigentätigkeit* des Geschöpfes eingebunden ist – Stichwort: *Konkreativität*⁶³. Das soll sowohl *Heteronomie* als auch *Autonomie* des geschaffenen Seienden wahren, also die Konstitution als – in klassischer Begrifflichkeit – „ens per se“ und „ens a se“. Dabei soll sowohl die tiefe *Einheit* des Geschöpfes mit dem Schöpfer als auch ihre *Differenz* gewahrt bleiben. Eine Einigung des Geschöpfes mit dem Schöpfer vollzieht sich dann auch *nicht* durch Negationen hindurch, d.h. nicht als dialektische „Aufhebung“, sondern als *An-Verwandlung* des Geschöpfes an seinen Schöpfer: *in* der Selbst-Transformation, Approximation und

⁶¹ Zur *konvergenten* Evolution siehe: Conway Morris, Simon: *Jenseits des Zufalls. Wir Menschen im einsamen Universum*, Berlin u.a. 2008

⁶² Zum Wirken Gottes siehe: Koncsik, Imre: *Das Wirken Gottes aus naturwissenschaftlicher und theologischer Sicht. Ansätze einer Vermittlung*, in: MThZ 51 (2000), 19-38; Schmidbaur, Hans C.: *Gottes Handeln in Welt und Geschichte. Eine trinitarische Theologie der Vorsehung*, St. Ottilien 2003

⁶³ Siehe dazu Ganoczy, Alexandre: *Der dreieinige Schöpfer. Trinitätstheologie und Synergie*, Darmstadt 2001

permanenten Selbsttranszendenz auf Gott hin *realisiert sich* die geeinigte Wirklichkeit des Geschöpfes kraft der analogen (!) Einheit *und* Verschiedenheit zwischen Gott und Geschöpf.⁶⁴

Es kommt daher *nicht* zur (formalen, ideellen, virtuellen) *Identität*, sondern zur ontologisch *analogen Einheit*, und diese ist restlos beglückend, insofern sie durch Erkennen und Wollen in Liebe vollzogen wird. Der ontologisch letzte Grund der analogen Einigung bzw. Union des Geschöpfes mit dem Schöpfer liegt in der Analogie bzw. analogen Struktur des Seins: Wirklichkeit bedeutet die Wirkung der Entfaltung der Analogie, d.h. zutiefst eine dynamische Analogisierung.

Bezogen auf die o.g. physikalischen Modelle kann Gott –in Anlehnung an GANOCZY⁶⁵ – als intelligenter (Hyper-)Ordner, oder bezogen auf die Programm-Analogie als Programmierer gefasst werden. Gott ist dann der, welcher nicht algorithmisch, nicht deterministisch, nicht als Lückenbüßer etc. wirkt. Positiv formuliert: Gott schafft den *Rahmen* – und das nicht missverständlich mit PANNENBERG als „Feld“⁶⁶ –, er definiert das Spielfeld, auf dem und in dem und kraft dessen (!) das freie Spiel der Geschöpfe gespielt wird.

Die allgemeine „Geistigkeit“ der Materie hat jedoch mit ihrer Formhaftigkeit und ihrer Quelle in der imaginären Realität zu tun und *nicht* mit dem konkreten, selbst bezüglichen Geist. Der Ursprung der Materie scheint die *Information* zu sein, die als Energie zur Materie „gerinnt“.⁶⁷ Insofern die damit fokussierte Möglichkeit der Formbildung die Wirklichkeit konstituiert, kann auch dem Schöpfer ein Wirken im Modus der Schaffung von *sich selbst* aktiv entfaltenden Möglichkeiten zugeschrieben werden. Kommt es daher etwa im menschlichen Geist zum Selbst-Erleben der Information und Form, so wird darin zugleich der Schöpfer, Programmierer und Grundleger dieser Form mit-erlebt und mit-vollzogen: Gott wird „im“ Geist erkannt. Bezogen auf den *Aktcharakter* des Seins formuliert: der geschöpflichen Akt-Anwendung korrespondiert die Akt-Verfügung bzw. Verfügbarmachung des ur-eigenen Seinsaktes durch Gott.⁶⁸



Wird eine Information „gespiegelt“ und dadurch (analog) transformiert, *und* (!) entsteht ein Konnex zwischen gespiegelter und spiegelnder Information, dann und nur dann bedeutet dieser Konnex die Schaffung einer neuen, höherwertigen Meta-Information [siehe Abbildung: **Spiegelung**]. Wenn der Konnex reflektiert, gespiegelt und transformiert, und wenn diese Spiegelung selbsttätig, eigeninitiativ und aktiv vollzogen wird von einem Subjekt „in-über“ der Information, so liegt *Selbst-Wissen* bis zur *Selbst-Erkennntnis* und *Selbst-Wollen* der Information vor. Der *menschliche Geist* wäre der Akteur „in-

über“ dem Konnex, der sinnvollen Zuordnung, Wechselwirkung von Information. Er wäre das Sinn schaffende *Subjekt* der Selektion.

Der *göttliche Geist* wiederum stellt das „Betriebssystem“ zur Verfügung, auf dem das *menschliche Subjekt*, das eine mentale Entität ist, agieren, ordnen, gestalten kann. Dass es sich bei diesen seinen Grundvollzugsakten auch zugleich *selbst* verwirklicht und verwirklichen muss, liegt an seiner Geschaffenheit und Disposition durch den göttlichen Schöpfer. Die mentale Entität erschafft und produziert stets neue

⁶⁴ Das damit verbundene Prinzip der Selbstüberschreitung ist näher ausgeführt von Koncsik, Imre: Die analoge Selbstüberschreitung beim sog. ontologischen Gottesbeweis des Anselm von Canterbury, in: Jahrbuch für Religionsphilosophie 10 (2011), 143-163

⁶⁵ Ganoczy (Anm. 63)

⁶⁶ Pannenberg, Wolfhart: Systematische Theologie Band 2, Göttingen 1991, 101-103; ders.: Geist als Feld – Nur eine Metapher? In: ThPh 71 (1996), 257-260. Die Feld-Metapher basiert bereits auf Torrance, Thomas F.: Space, Time and Incarnation, Edinburgh 1969, 71.

⁶⁷ In Anlehnung an Carl F. von Weizsäcker bei Görnitz (Anm. 21), 247-257

⁶⁸ Vgl. Beck (Anm. 56)

Meta-Informationen und darin sich selbst. Das „Muss“ der Informationsproduktion zwecks analoger (!) Reflexion des Urmusters des Universums und aller Schöpfung liegt im „Muss“ der o.g. *Analogisierung und Analogie des Seins* begründet. Sie wiederum liegt in der *Geschaffenheit* begründet, sprich: Gott schafft durch die Wirkhand des Seins, indem er den Informationsraum bereitet, die mentale Entität ins Sein „ruft“, sie grundlegend „formiert“ und „informiert“, um die *Autokaskade* von Informationsproduktion durch das menschliche Subjekt zu initiieren, zu kanalisieren und v.a. von Innen her anzutreiben resp. antreiben zu lassen.

Systemordner-Information reflektiert *sich selbst*, sie hat also eine Art „vertikale Innenseite“. Darin wird ihre *interne Struktur*, das Muster nicht-algorithmischer Bit-Transformationen (analog und encodiert) mit reflektiert. Die fraktal strukturierten *Übergänge* zwischen den Bits könnten dabei *holografische Projektionen* der analog informierenden und wirkenden Systemordner-Information enthalten: das Fraktal des Übergangs kodiert das analoge Grundmuster der Wirklichkeit. – Wie ist hier Gottes Wirken erkennbar? Erst auf der *Ebene der Systemordner-Information*: sowohl im dynamischen, stets nur analog erfolgenden *Informieren* durch sie, was dem Wirken Gottes – erneut nur analog – korrespondiert, also auch in der *faktischen* Durchprägung und Urprägung systemischer *Struktur* – quasi als fraktales Master-Programm. Die *Erkenntnis* des Wirkens Gottes wiederum entspricht diesem *Wirken* selbst: aus der Kenntnis der analogen Informiertheit folgt die Wirkung Gottes als *analoges Informieren*⁶⁹.

Die *Präsenz* göttlichen Wirkens entspricht der Präsenz der realisierbaren Möglichkeiten und Informationen sowie der *internen* Konstitution der systembildenden *Kraft* – Gott „lässt wachsen“ und sich entwickeln, indem er die fraktale Hyperfläche als interne Beschreibung des Raumes und der Zeit zur Selbstaktivierung strukturiert, sich vollziehen lässt und dadurch sinnvolle Information generiert: er schaltet das Programm bzw. das Raster „Universum“ an – und es „funktioniert“ auf wunderbare Weise!

Gott wirkt dann *imaginär* (im Verborgenen) und lässt Möglichkeiten durch sich selbst, etwa als Möglichkeit des menschlichen Subjekts, wirklich werden. Aufgrund der göttlichen *Einstiftung* dieses „Hungers auf Sein“ (appetitus ad esse), der vom Schöpfer als selbst entfaltender und sich selbst organisierender Input in die Schöpfung „eingehaucht“ wurde, wird das Programm „aktiviert“. *Gottes Geist ist es, der lebendig macht*, auch und gerade auch unseren Geist – und im Lebendig-(gemacht-)Werden leben wir *durch uns selbst*, um *darin* das wirkende Leben Gottes hintergründig und zutiefst innerlich zu erfahren!

⁶⁹ Freilich beziehen sich diese Erkenntnis und dieses Wirken nur auf den formalen Aspekt göttlicher Wirkung (in klassischer Terminologie auf die „Formalursache“, nicht auf den inhaltlichen noch auf den akthaft-konkreativen Aspekt.